

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра оптики и биофотоники

**Топологические характеристики васкулатуры куриного
эмбриона**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ


Студента(ки) 4 курса 435 группы

направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Физического факультета

Козловой Евгении Алексеевны


Научный руководитель
Профессор, доктор ф.-м. н.
должность, уч. степень, уч. звание



дата, подпись

Постнов Д.А.
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой
Профессор, доктор ф.-м. н.
должность, уч. степень, уч. звание



дата, подпись

Тугин В.В.
инициалы, фамилия

Саратов, 2017

Введение

Жизнь организма возможна лишь при условии непрерывного поступления из внешней среды в ткани тела питательных веществ, кислорода, воды и выведения продуктов обмена веществ.

Благодаря сосудистой системе происходит перемещение между различными органами веществ, как поступивших в организм, так и удаляемых из него.

Сосудистая система складывается из кровеносных и лимфатических сосудов и капилляров, сердца и ряда органов — частью кроветворных, частью фагоцитарных, включенных в сосудистое русло. Такими органами являются селезенка, костный мозг и лимфатические узлы. В этой системе можно различать центральные части, в первую очередь представленные сердцем и крупными сосудами, и части периферические, каковыми являются главным образом капилляры, выполняющие трофическую функцию, и в значительной степени сосудистые органы, выполняющие защитную и кроветворную функции. Органы сосудистой системы стоят в теснейшей связи с системой тканей внутренней среды, с которыми они составляют неразрывное единство, являясь для этих тканей дренажной системой, способствующей передвижению по организму крови и тканевой жидкости.

По статистике, сердечно-сосудистые заболевания на сегодняшний день являются одной из основных причин инвалидности и смерти жителей большинства современных развитых стран, причем на долю смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы в общем приходится до 60% от общего числа умерших. Нередко для восстановления кровообращения в пораженных сосудах помимо медикаментозного лечения проводятся реконструктивные операции, и часто невозможно объективно оценить, какой тип оперативного вмешательства будет оптимальным для конкретного пациента, а также насколько близок будет кровоток в сосуде к нормальному после операции.

Понимание структуры ветвления сосудистых сетей внутри человеческого тела является жизненно важным аспектом. Для диагностики и планирования терапии, крайне важно знать особенности формы и морфологии сосудистых сетей, а также пространственных отношений между сосудами и другими соответствующими структурами. Артериальные деревья являются транспортом кислорода и питательных веществ в ткани, и любое нарушение этой функции представляет значительную опасность. Их анатомия изучалась на протяжении многих веков, путем вскрытия трупов, проверки коррозии кровеносных сосудов, методами медицинской визуализации и вычислительных моделей. В последнее время наблюдается высокий уровень заинтересованности в моделях, которые имитируют рост артерий (ангиогенез) используя физические и физиологические принципы моделирования сосудистой анатомии. Для планирования хирургической операции например по пересадке фрагментов печени очень важно предоставить хирургу визуальную информацию о структуре кровеносных сосудов печени, их точном расположении внутри органа и о том, какие области печени омывает тот или иной сосуд.

Выпускная квалификационная работа содержит 2 главы:

1. Теоретическая часть
2. Экспериментальная часть

Построение моделей кровеносных сосудов

В данном разделе описана технологическая цепочка реконструкции сосудистого русла на основе КТ/МРТ данных. Промежуточным результатом работы данной цепочки является трехмерное представление сосудистой сети, полученное в процессе сегментации. Конечным результатом цепочки является представление сосудистой сети в виде графа, где каждому ребру приписаны длины и средний радиус соответствующего кровеносного сосуда.

Таким образом, сегментированные данные являются входными для процесса идентификации структуры сосудистой сети, где под идентификацией понимаем скелетонизацию входных данных и построение соответствующего графа .

Методы и материалы

В данной работе мы рассматривали куриные эмбрионы 5-ти дневной инкубации.

Рассмотрим несколько подробнее развитие внутриэмбрионального круга кровообращения. У 33—38-часового эмбриона брюшная аорта связана со спинной одной (первой) парой дуг аорты (расположенных вокруг переднего конца глотки), у 50—55-часового — двумя парами дуг, и начинают расти 3-я и 4-я пары. Первая и вторая пары дуг аорты исчезают на 3—4-й день, но соединения между ними образуют внутренние и наружные сонные артерии, которые в свою очередь соединяются между собой посредством 3-й пары дуг аорты. Между 3-й и 4-й парой дуг спинная аорта исчезает, по - видимому, в связи с удлинением шеи эмбриона и ослаблением тока крови в этом месте (в сонных артериях — ток вперед к голове, в 4-й паре дуг — ток назад). 4-я пара дуг исчезает на левой стороне и остается на правой (у млекопитающих — наоборот) как постоянная дуга, соединяющая брюшную и спинную аорты. Пятая пара дуг быстро исчезает и не имеет никакого функционального значения, 6-я пара дуг сохраняется в течение всего эмбрионального периода. После вылупления спинная часть их, так называемые Боталловы протоки, исчезает и 6-я пара дуг аорты становится корнями легочных артерий.

В течение 3-го и 4-го дня инкубации появляются сонные артерии и заканчивается слияние ранее парных спинных аорт в одну, а в каждом сегменте от аорты отходят сегментные артерии. Кроме того, от спинной аорты отходят вновь возникающие брюшнополостная артерия, артерия задней брыжейки, артерии половых органов и др. Узкий кончик спинной аорты после выхода из нее пупочных артерий называется хвостовой

артерией. На 5-й день из основных сонных артерий возникают подключичные артерии, входящие в передние конечности. Наружные подвздошные артерии, идущие к зачаткам задних конечностей, возникают в виде отростков аллантоисных артерий. Легочные артерии у эмбриона относительно узки и могут пропустить только небольшое количество крови. Основная функция легочных артерий в эмбриональный период — соединение малого и большого кругов кровообращения. С 5-го дня инкубации начинают образовываться ветви брыжеечной вены, идущие в желудок, кишечник, поджелудочную железу и селезенку.

Для начала эксперимента яйца просматриваем в проходящем свете и устанавливаем локализацию куриного эмбриона (Рисунок 1).



Рисунок 1. Пример локализации куриного эмбриона

Выбираем область без сосудов и осторожно удаляем фрагменты скорлупы, помещая эмбрион в чашку Петри (Рисунок 2). Помещая эмбрион в поле зрения камеры микроскопа, с помощью программного обеспечения s-eye можно рассмотреть сетку кровеносных сосудов и получить изображения.

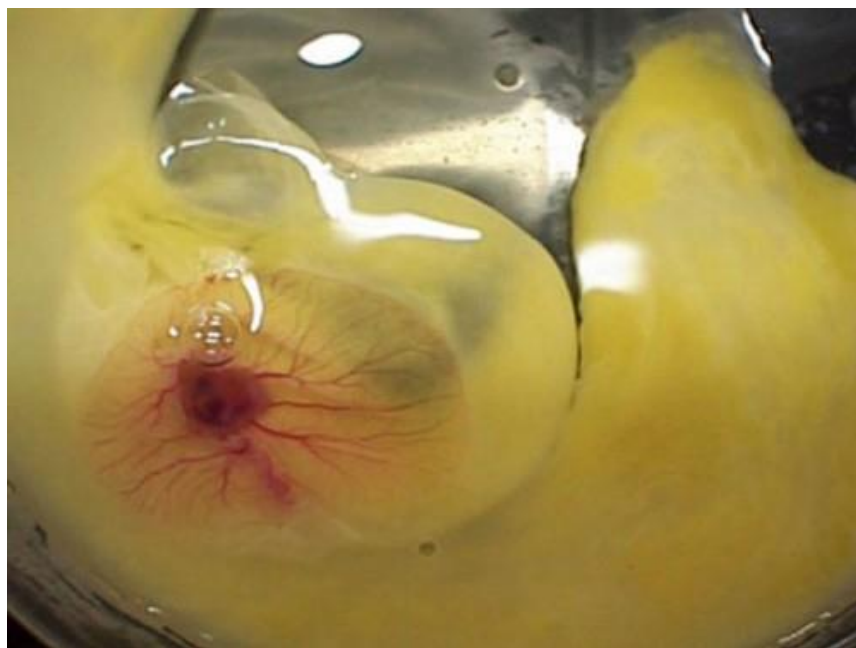


Рисунок 2. Куриный эмбрион

Полученные изображения обрабатываются в программе Inkscape. Inkscape - это бесплатный векторный графический редактор с открытым исходным кодом. Графический редактор Inkscape предназначен для создания и редактирования графики.

С помощью инструмента «Линейка» мы измеряем длину и диаметр сосудов.

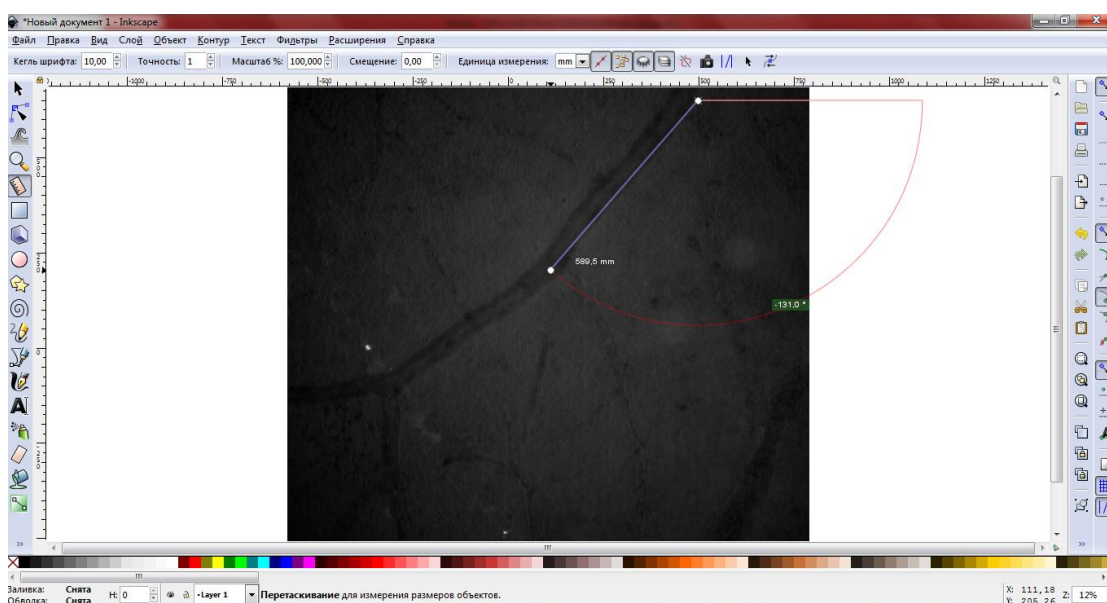


Рисунок 3. Пример графического редактирования

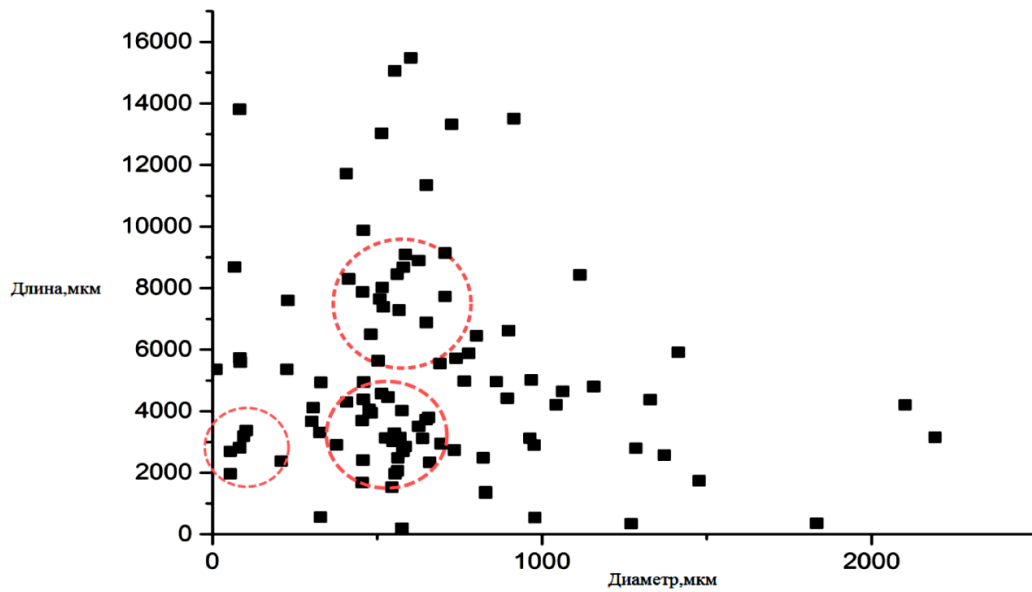


Рисунок. 5 Соотношение длины и диаметра

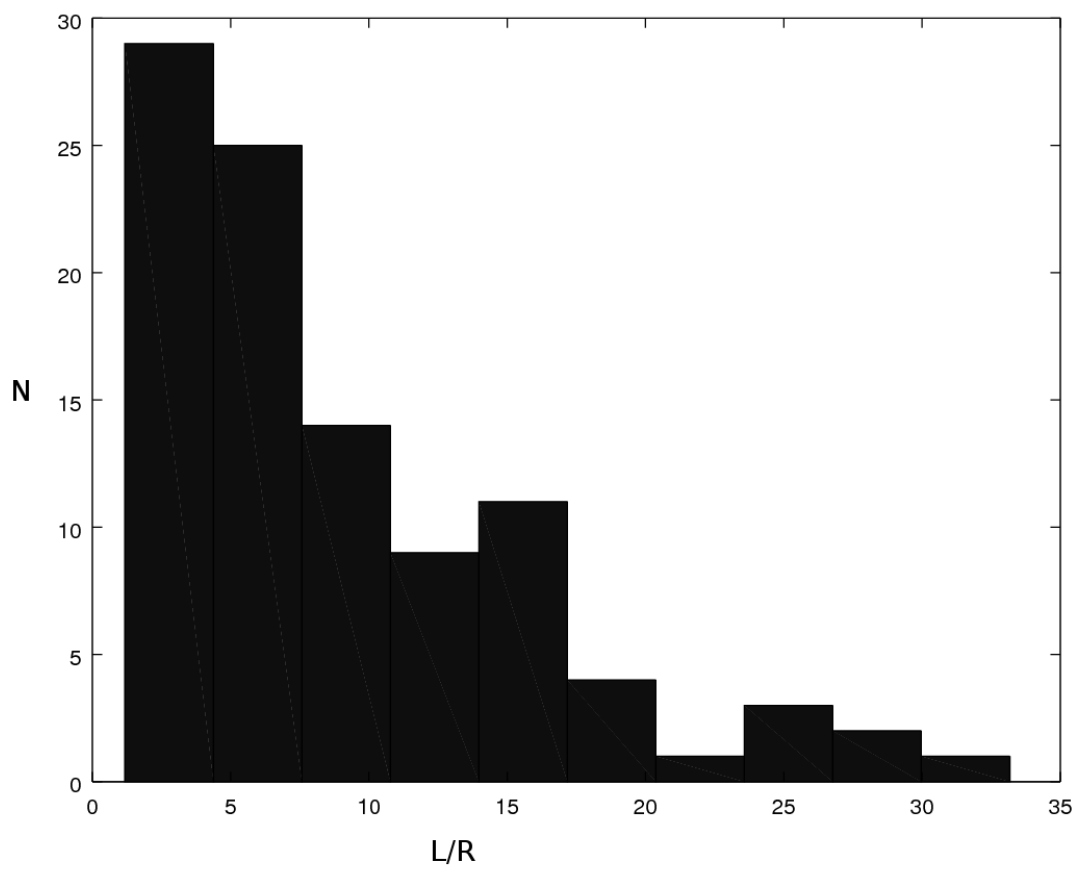


Рисунок.6 Статистические особенности сосудов.

На графике (Рисунок 5) показано соотношение длины сосуда к диаметру, которое имеет бимодальное распределение, позволяющие сопоставить характеристики эмбриона с другими органами. Можно заметить, что наибольшее количество сосудов небольшой длины (1000-5000 мкм) имеет маленький диаметр (около 600 мкм), что подтверждается статистическими особенностями сосудов (Рисунок 6), наибольшая вероятность распределения N находится в пределах от 1 до 7 отношения L/R (где L -длина сосуда, R -диаметр)

При сравнении с данными взятыми из статьи [22] мы можем наблюдать схожий характер ветвления сосудистой сети.

Структура, основанная на экспериментальных данных, может быть важна, например, для рассмотрения разных типов взаимодействий нефронов.

Нефроны с более длинными афферентными артериолами и большими расстояниями между собой показывают более слабое взаимодействие по сравнению с нефронами, связанными более короткими артериолами. В точке разветвления сигнал лучше распространяется по сосуду с большим диаметром, что приводит к более слабому взаимодействию между нефронами, чьи афферентные артериолы происходят из крупных сосудов. Эти взаимодействия могут приводить к различным динамическим закономерностям и могут влиять на физиологические свойства всего органа.

Заключение

Итоги работы

1. В ходе эксперимента мы получили изображения с помощью которых составили таблицу данных, чтобы рассмотреть детали микрососудистой структуры.

2. Собраны данные более чем 100 сосудистых разветвлений и построен график зависимости длины сосуда от его диаметра.

3. Зарегистрирована взаимосвязь между характеристикой типа ветвления и взаимодействием нефронов.

В данной работе приведены экспериментальные данные и результаты характеризующие топологические характеристики васкулатуры эмбриона. Создан топологический портрет сетей эмбрионов, который позволяет рассмотреть детали микрососудистой системы и сопоставить характеристики эмбриона с другими органами. Проведен поиск и анализ литературы по данной теме, изучены и основные термины морфологии кровеносной системы. Выявлена важность визуального представления информации о структуре кровеносных сосудов. Также освоена методика работы с системой сбора данных и ее адаптация к исследуемой задаче.